

PUBLICAÇÕES FIRJAN
CADERNOS SENAI DE INOVAÇÃO

PANORAMA DA INOVAÇÃO

INDÚSTRIA 4.0



Abril/2016.

PANORAMA DA INOVAÇÃO

INDÚSTRIA 4.0

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Sistema FIRJAN

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira | *Presidente*

Vice-Presidência Executiva

Geraldo Benedicto Hayem Coutinho | *Vice-Presidente Executivo*

Diretoria Regional do SENAI-RJ / Superintendência do SESI-RJ

Alexandre dos Reis | *Diretor Regional SENAI-RJ e Diretor Superintendente SESI-RJ*

Diretoria de Inovação

Bruno Gomes | *Diretor de Inovação*

Gerência de Inovação Estratégica

Carlos de Mello Rodrigues Coelho | *Gerente*

Coordenação

Gabriela Ichimura | *GIE*

Apoio Técnico

Giselia Brito de Menezes Cibillo | *GIE*

Renata Teixeira de Medeiros | *GIE*

Albino Ribeiro Neto | *Instituto SENAI de Tecnologia Automação e Simulação*

Mauricio Ogawa | *Instituto SENAI de Tecnologia Automação e Simulação*

Paulo Renato de Souza e Silva Sandres | *Instituto SENAI de Tecnologia Automação e Simulação*

Elaboração do Documento

DIN – Diretoria de Inovação

GIE – Gerência de Inovação Estratégica

www.firjan.com.br/publicacoes

**Sistema
FIRJAN**



INFORMA, FORMA, TRANSFORMA.

SUMÁRIO

Introdução	4
Histórico	4
Conceito	9
A Indústria e o Brasil	16
Atuação do SENAI	18

1. INTRODUÇÃO

A inovação é o motor para aumentar a competitividade da indústria fluminense. Neste cenário, é necessário estabelecer uma visão de longo prazo alinhada com um monitoramento de novas tecnologias. Por isso, o SENAI-Rio, por meio da Diretoria de Inovação, desenvolve o mecanismo de **Tendências Tecnológicas**.

É uma iniciativa inovadora em nosso estado, que visa criar um ambiente favorável para que essas novas tecnologias sejam difundidas e incorporadas pela indústria.

Nesta primeira edição, vamos falar sobre a nova tendência que vem sendo popularizada em todo o mundo: a Indústria 4.0.

Países como Alemanha, Estados Unidos e China já incluíram em seus planejamentos industriais propostas de absorção. O Brasil ainda precisa trabalhar nisso. É importante entender e identificar os impactos que influenciarão os diversos setores industriais, quais serão beneficiados, quais necessitarão de ajustes ou se algum poderá desaparecer; ou como ficará a mão de obra e os custos de produção.

Este documento abre as discussões sobre o tema, que será abordado nos próximos cadernos sob a ótica das diversas tecnologias. Essa série de cadernos de inovação visa responder as perguntas descritas acima e propor ações para melhorar o ambiente de competitividade da indústria fluminense, frente às mudanças globais.

Boa leitura!

2. HISTÓRICO

2.1. COMO SURTIU A INDÚSTRIA 4.0?

Iniciada na década de 70, a ascensão dos Tigres Asiáticos aumentou a participação dos países integrantes do bloco no valor agregado industrial global. Com o modelo denominado IOE – Industrialização Orientada para Exportação – para bens duráveis e, principalmente produtos eletrônicos, a indústria de manufatura dos países desenvolvidos moveu-se para o Oriente (Figura 1). A migração da produção desses países para outras partes do mundo, principalmente com a introdução da China à produção mundial, iniciou o processo de desindustrialização desses países, enquanto o setor de serviços deslanchava.

Valor agregado industrial global

Crescimento de economias emergentes como protagonistas industriais

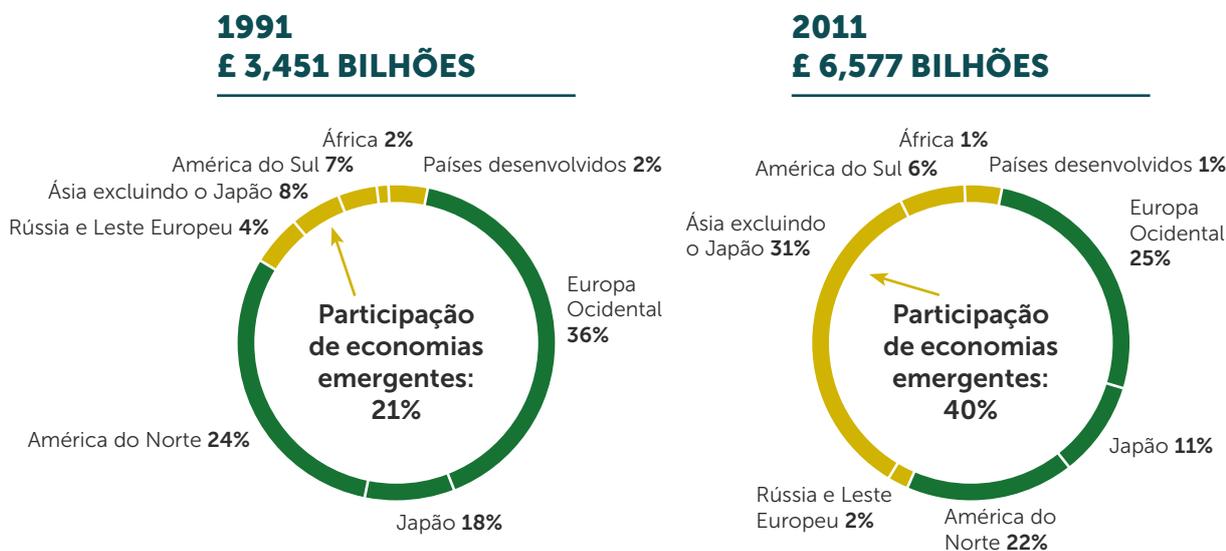


Figura 1 - Queda na participação dos países desenvolvidos na indústria global

Fonte: Think Act Industry 4.0, 2014, apud Harvard Business Review (adaptado)

Segundo o Serviço de Pesquisa do Parlamento Europeu (EPRS), a Europa perdeu nos últimos 40 anos, um terço de sua base industrial.

Parlamento Europeu, 2015²

Buscando recuperar a participação no valor agregado da indústria global, em 2011 na Feira de Hannover (Alemanha), um novo conceito surgiu, como parte da estratégia do governo alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia para a manufatura do país. Nasceu assim o termo **Indústria 4.0**, do alemão Industrie 4.0.

¹INDÚSTRIA 4.0: a tecnologia a serviço da produtividade. Harvard Business Review: Brasil, p. 8-11, ago. 2011. Edição especial Fórum de Inovação Brasil 2015

²EUROPEAN PARLIAMENT. Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth. Setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 29 fev. 2016.

2.2. O MODELO ALEMÃO

Aumentar a produtividade da indústria alemã através da inovação e elevar a competitividade com a manufatura asiática compunham os principais objetivos da estratégia do governo. Através do projeto High Tech Strategy³ em 2006, foram reunidos os principais atores de inovação e tecnologia do país para alavancar e difundir novas tecnologias em âmbito nacional. Desse projeto nasceu o plano de ação High Tech Strategy 2020 – Action Plan (2010), que estabelecia o país como fornecedor principal de soluções de ciência e tecnologia em diversas áreas de conhecimento. Entre os projetos incluídos no plano de ação estava a **Indústria 4.0**. Toda a iniciativa contou com a participação dos principais atores do Sistema de Inovação e Tecnologia, incluindo todos os ministérios do governo alemão, além de investimentos de cerca de 4 bilhões de euros ao ano para o desenvolvimento das tecnologias de ponta.

Dados do Boston Consulting Group⁴ mostram que todos esses investimentos terão grande impacto na economia do país. Nos próximos 10 anos, são estimados:

- Aumento na produtividade da manufatura podendo alcançar de €90 bilhões a €150 bilhões, dependendo do setor industrial;
- Aumento de receita em €30 bilhões por ano, o equivalente a 1% do PIB do país, já que a customização gerará maior demanda tanto por parte dos consumidores finais (bens manufaturados) quanto de equipamentos especializados;
- Maior necessidade de mão de obra qualificada. O crescimento industrial alemão criará cerca de 390.000 empregos nos próximos 10 anos, principalmente no setor de Engenharia Mecânica, desenvolvimento de softwares e TI;
- Investimentos de aproximadamente €250 bilhões nos próximos 10 anos para adaptar os processos de produção.

“A Indústria 4.0 é a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional.”

Angela Merkel

Segundo a chanceler da Alemanha, Angela Merkel, o conceito da Indústria 4.0 pode ser definido como “a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional”.⁵

Apesar da origem alemã, o conceito se expandiu para outros países do mundo sob diversas iniciativas de governos como uma tendência tecnológica mundial.

³GERMANY TRADE & INVEST. *Smart Policy: Germany's High-Tech Strategy*. 2006. Disponível em: <<http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Smarter-business/smart-solutions-changing-world,t=the-hightech-strategy,did=575912.html>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

⁴THE BOSTON CONSULTING GROUP. *Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Abril de 2015.

⁵EUROPEAN PARLIAMENT. *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*. Setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 29 fev. 2016.

2.3. DA ALEMANHA PARA O MUNDO

Segundo os dados do European Parliament Research Service⁶ a Indústria 4.0 irá influenciar consideravelmente a economia mundial, com potencial de gerar ganhos de eficiência de produção entre 6 e 8%.

Iniciativas de outros países vêm ganhando escala. Algumas podem ser visualizadas nos quadros abaixo.



Estados Unidos⁷

Advanced Manufacturing Partnership (AMP)

Anunciado em 2011, é um esforço nacional para unir indústria, universidades e o governo federal para investimento em tecnologias emergentes que criarão mão de obra altamente qualificada para as fábricas, aumentando a competitividade global dos EUA. Sua segunda versão lançada em 2014, o Accelerating US Advanced Manufacturing, ou AMP 2.0, apresentou uma série de medidas adicionais que o governo deve tomar para avançar com as capacidades de manufatura avançada do país.

National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)

Lançado em 2014, consiste na criação de hubs regionais que acelerarão o desenvolvimento e adoção de tecnologias de fabricação de ponta para fazer novos produtos globalmente competitivos.

⁶EUROPEAN PARLIAMENT. *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*. Setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 29 fev. 2016.

⁷KURFUSS, T. *Office of Science and Technology Austria Washington, DC. Industry 4.0: Manufacturing in the United States*. Disponível em: <<http://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>>. Acesso em: 03 mar. 2016.



China⁸

Made in China 2025

Anunciado em março de 2015 e inspirado no projeto alemão "Industrie 4.0", é um programa estratégico para atualizar a indústria do país, tornando-a mais eficiente e integrada, visando aumentar a participação estratégica do país na cadeia global de produção.

Baseia-se nos seguintes aspectos: concentração em todo o processo de fabricação e não apenas na inovação; promoção do desenvolvimento não apenas de indústrias avançadas, mas das indústrias tradicionais e serviços modernos; foco no sistema de normas internacionais, ao invés de normas técnicas nacionais; definição de medidas claras e específicas para inovação, qualidade, fabricação inteligente e produção verde, com as referências identificadas para 2013 e 2015 e metas estabelecidas para 2020 e 2025.

O Made in China 2025 também propõe cinco projetos: a construção de centros de inovação em fabricação; projetos de fabricação inteligentes; projetos de fortalecimento da indústria de base; projetos de fabricação verde; projetos de inovações disruptivas em equipamentos.



Europa⁹

Factories of The Future (FoF) Public-Private Partnership (PPP)

É uma iniciativa da União Europeia lançada em 2013 para ajudar as empresas industriais, principalmente as MPES a se adaptarem à pressão competitiva global através do desenvolvimento dos fatores necessários para uso de tecnologias facilitadoras em diversos setores. Objetiva aumentar a base tecnológica industrial da UE, através do desenvolvimento e integração de tecnologias facilitadoras, tais como tecnologias inovadoras para máquinas adaptadas, TIC para fabricação e o manuseio industrial de materiais avançados.

⁸ FRAUNHOFER IAO. *Industry 4.0: China moves into the fast lane*. 30 de março de 2015. Disponível em: <<https://www.iao.fraunhofer.de/lang-en/about-us/press-and-media/1218-industry-4-0-china-moves-into-the-fast-lane.html>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

JIN, A. *Control Engineering*. *Made in China 2025: Chinese government aims at Industry 4.0 implementation*. 30 de agosto de 2015. Disponível em: <<http://www.controleng.com/single-article/made-in-china-2025-chinese-government-aims-at-industry-4-0-implementation/fa41045cb073e0f10734e858f67b15c6.html>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

KENNEDY, S. *Center for Strategic & International Studies*. *Made in China 2025*. 01 de junho de 2015. Disponível em: <<http://csis.org/publication/made-china-2025>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

⁹ EUROPEAN COMMISSION. *Factories of the Future PPP: towards competitive EU manufacturing*. 2013. Disponível em: <http://ec.europa.eu/research/press/2013/pdf/ppp/fof_factsheet.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016.



The Industry of the Future

Projeto lançado em 2015, como a segunda fase do programa New Face of Industry¹¹. Tem como objetivo encorajar as companhias a modernizar sua base de produção e usar tecnologias digitais para transformar seus modelos de negócios. É baseado numa ambição mais ampla de capitalização dos ganhos obtidos através do plano Factory of the Future.

3. CONCEITO

3.1. O QUE SIGNIFICA INDÚSTRIA 4.0?

O termo **Indústria 4.0** vem sendo disseminado mundialmente. Também conhecida como a 4ª Revolução Industrial,¹² já que, assim como as três primeiras revoluções na manufatura mundial (Figura 2), é marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto. O 4.0 deriva da quarta versão, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet. Em outras palavras, "tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada".¹³

É importante destacar que, ao contrário das outras revoluções industriais, que foram observadas e diagnosticadas a posteriori, essa é a primeira vez que os acontecimentos estão sendo previstos como tendências. Assim, muitos fatores condicionantes e tecnologias aqui citados ainda não ocorreram e toda a valoração de impactos foram estimados.¹⁴

¹⁰RÉPUBLIQUE FRANÇAISE LE GOUVERNEMENT. *Industry of the future: Rallying the «New Face of Industry in France»*. 18 de maio de 2015. Disponível em: <http://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/pk_industry-of-future.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016.

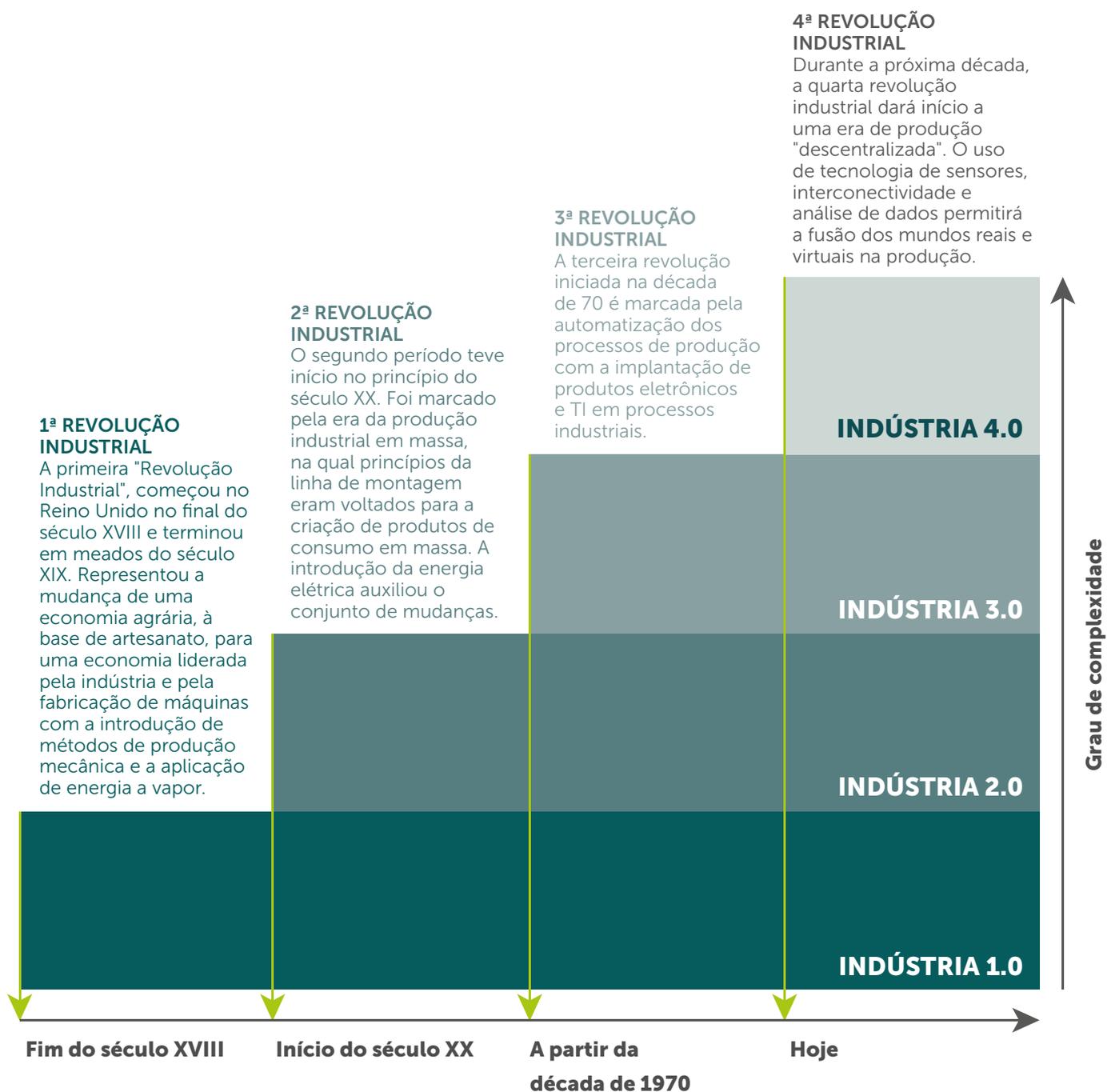
¹¹Programa do governo francês lançado em 2013, que criou rotas tecnológicas para renovação da indústria.

¹²HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2016.

¹³EUROPEAN PARLIAMENT. *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth*. Setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 29 fev. 2016.

¹⁴HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2016.

FIGURA 2 - AS QUATRO REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS



Fonte: Deloitte¹⁵ adaptado

¹⁵ DELOITTE. Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. 24 de outubro de 2014. Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

3.2. OS COMPONENTES-CHAVE DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo Hermann, Pentek & Otto (2015),¹⁶ existem quatro componentes-chave para a formação da Indústria 4.0:

I) Cyber Physical Systems - CPS

São sistemas que permitem a conexão de operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada.¹⁷ Em outras palavras, são sistemas que permitem a fusão dos mundos físico e virtual, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas. Compõem os CPS: uma unidade de controle, que comanda os sensores e atuadores (responsáveis pela interação com o mundo físico) tecnologias de identificação (ex. identificação por radiofrequência – RFID¹⁸), mecanismos de armazenamento e análise de dados.

II) Internet das Coisas (Internet of Things – IoT)

É a rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos. Permite que as "coisas"¹⁹ interajam umas com outras e que tomada de decisões sejam feitas. A internet das coisas é a base da Indústria 4.0.

III) Internet of Services (IoS)

Quando a rede da IoT funciona perfeitamente, os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. Novos serviços serão introduzidos ou existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor. Quando integrados, serão mais fáceis e simples de serem entendidos, já que a experiência como um todo se torna mais tangível. Quando isolados, serão mais complexos e mais difíceis de serem tangibilizados. Presume-se que, com o desenvolvimento da Indústria 4.0 este conceito será expandido de uma única fábrica para toda a sua rede de produção e consumo.

¹⁶HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2016.

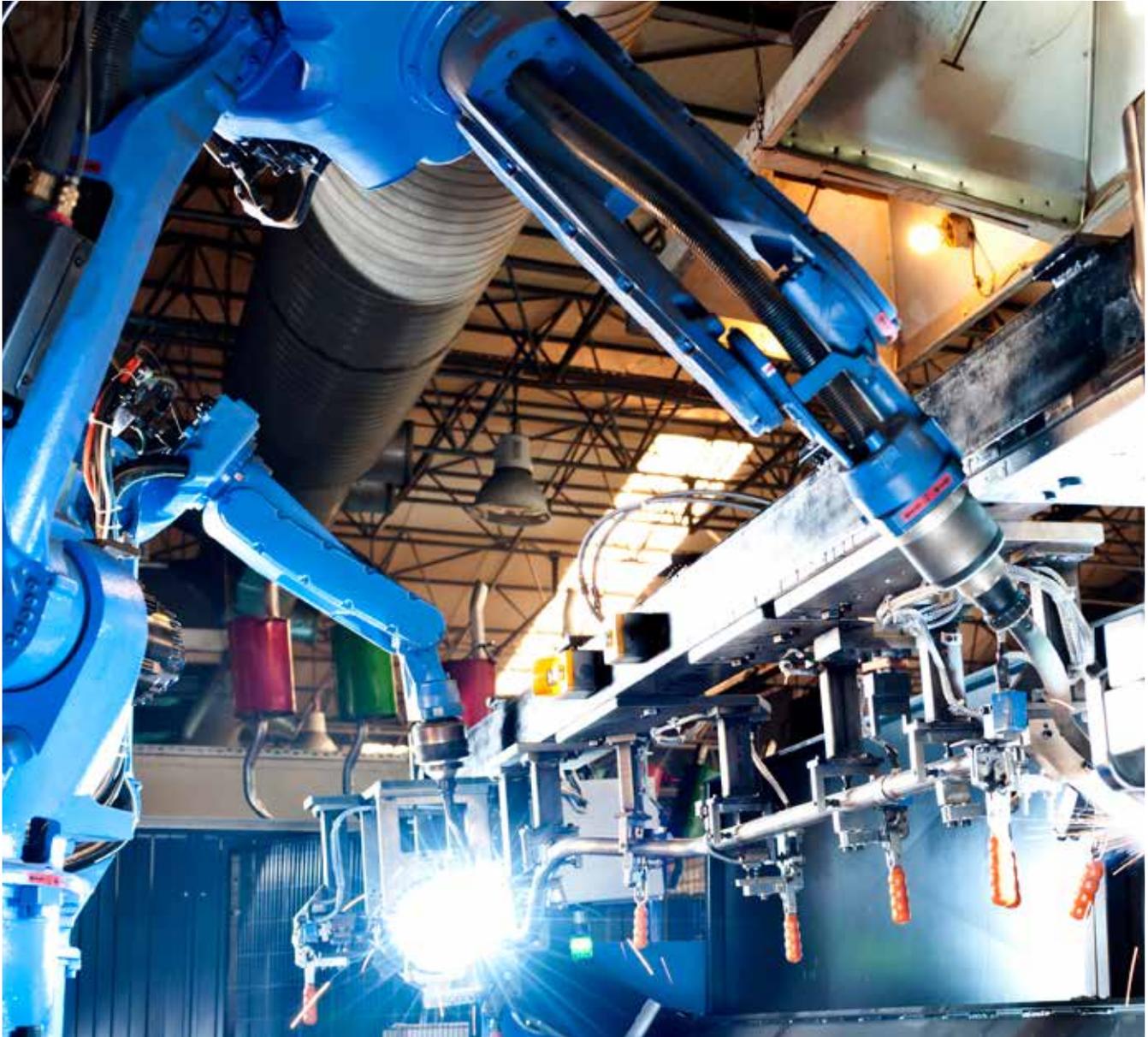
¹⁷LINS, T. *Laboratório Mobilis Computação Móvel. Indústria 4.0 – Desafios Parte 1*. 17 de setembro de 2015. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/industria-4-0-desafios-parte-1/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

¹⁸RFID (Radio Frequency Identification – Identificação por Rádiofreqüência) é uma tecnologia de identificação que utiliza a radiofrequência para capturar os dados, permitindo que uma tag seja lida sem a necessidade de campo visual, através de barreiras e objetos tais como madeira, plástico, papel etc. Um sistema RFID digital funciona como um sistema poderoso de aquisição de dados em tempo real, com a vantagem de eliminação de intervenções humanas manuais e visuais, dinamizando assim o tempo de transições e assegurando eficiência e eficácia. (FONTE: REFID CENTER OF EXCELLENCE. O QUE É RFID. Disponível em: <http://www.rfid-coe.com.br/_Portugues/OqueERFID.aspx>. Acesso em: 03 mar. 2016.)

¹⁹Segundo Hermann, Pentek e Otto os CPS seriam as "coisas" e a IoT, a rede que permite a interação das mesmas.

IV) Fábricas Inteligentes (Smart Factories)

Nas fábricas inteligentes, os CPS serão empregados nos sistemas produtivos gerando significativos ganhos de eficiência, tempo, recursos e custos, se comparado às fábricas tradicionais.²⁰ Os produtos, máquinas e linhas de montagem comunicarão entre si, trabalharão em conjunto e se monitorarão, independente do local, com informações trocadas de forma instantânea. É necessário um alto nível de automação.²¹



²⁰GERMANY TRADE & INVEST. *INDUSTRIE 4.0 SMART MANUFACTURING FOR THE FUTURE*. Julho de 2014. Disponível em: <http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf?v=6>. Acesso em: 29 fev. 2016.

²¹LINS, T. *Laboratório Mobilis Computação Móvel. Indústria 4.0 – Desafios Parte 1*. 17 de setembro de 2015. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/industria-4-0-desafios-parte-1/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

EXEMPLO

Imagine a produção de um determinado produto que necessite, em seu acabamento, de porcas, parafusos e arruelas. Na sua linha de produção, encontra-se um produto inteligente: um recipiente para essas porcas, parafusos e arruelas com uma câmera infravermelha embutida que monitora o montante de peças contido no recipiente. Caso esta quantidade esteja abaixo do estoque de segurança, o depósito irá encomendar automaticamente as novas peças via RFID. Isso permite uma gestão baseada no consumo de peças em tempo real.

Nesse exemplo, os **CPS** estão presentes tanto no recipiente com tecnologia embarcada – que detectou a quantidade pequena de peças através do módulo de câmera infravermelha embutida – como nos sistemas de operação da fábrica.

A conexão entre CPS torna possível essa comunicação remota em tempo real. Através de tecnologias como a RFID, a informação sobre a necessidade de reposição do estoque de peças é enviada pelo depósito à área de compras dentro de um intervalo de tempo hábil o suficiente para que não falem peças e, conseqüentemente, a produção não necessite parar. Por outro lado, também evita um grande estoque de peças, aumentando o custo de estocagem. Essa rede de objetos (físicos e virtuais) que interagem, tomam decisões e agregam valor ao processo é a **Internet das Coisas**.

Todos os serviços conectados a essa rede ou que poderão surgir derivados dos dados e informações formam a **Internet of Services**.

Todo esse ambiente está inserido no contexto de uma **fábrica inteligente**. Se for pensado de forma individual, nosso produto inteligente (recipiente com tecnologia embutida) não é capaz de exercer sua função de forma a iniciar o processo de compra das peças a serem repostas. Para que este objeto exerça sua função efetiva, é necessária a presença dessa rede conectada com as tecnologias, componentes, e dispositivos que viabilizem o dinamismo das informações geradas, coletadas e comunicadas.²²

3.3. OS SEIS REQUISITOS DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo o estudo alemão da Technische Universität Dortmund, além dos componentes-chave, foram identificados seis requisitos para a implementação da Indústria 4.0:²³

- I) Interoperabilidade, permitindo que todos os CPS de uma fábrica ou ambiente industrial, mesmo que descendentes de diversos fornecedores, possam se comunicar através das redes;
- II) Virtualização, possibilitando que os dados obtidos dos CPS nos produtos e equipamentos físicos sejam transmitidos aos modelos virtuais e em simulações, espelhando comportamentos reais no ambiente virtual;

^{22/23} HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2016. - Adaptado.

- III) Descentralização dos controles dos processos produtivos, uma vez que os computadores embarcados em conjunto com a internet das coisas gerarão produtos com tomadas de decisões na manufatura e nos processos de produção em tempo real;
- IV) Adaptação da produção em tempo real, uma vez que os dados serão analisados no instante em que são coletados, permitindo que a produção seja alterada ou transferida para outros silos em caso de falhas ou na produção de bens customizados;
- V) Orientação a serviços. Dados e serviços serão disponibilizados em rede aberta, tornando a Internet of Service ainda mais robusta. Dessa forma, a customização de processos de produção e operação terá maior flexibilidade de adaptação de acordo com as especificações dos clientes.
- VI) Sistemas modulares dos equipamentos e linhas de produção tornarão as fábricas mais flexíveis e adaptáveis às alterações necessárias.

Todos esses insumos para a Indústria 4.0 podem ser arrumados em quatro fases que, concatenadas, proporcionam aumento de valor em um círculo virtuoso, conforme Figura 3.

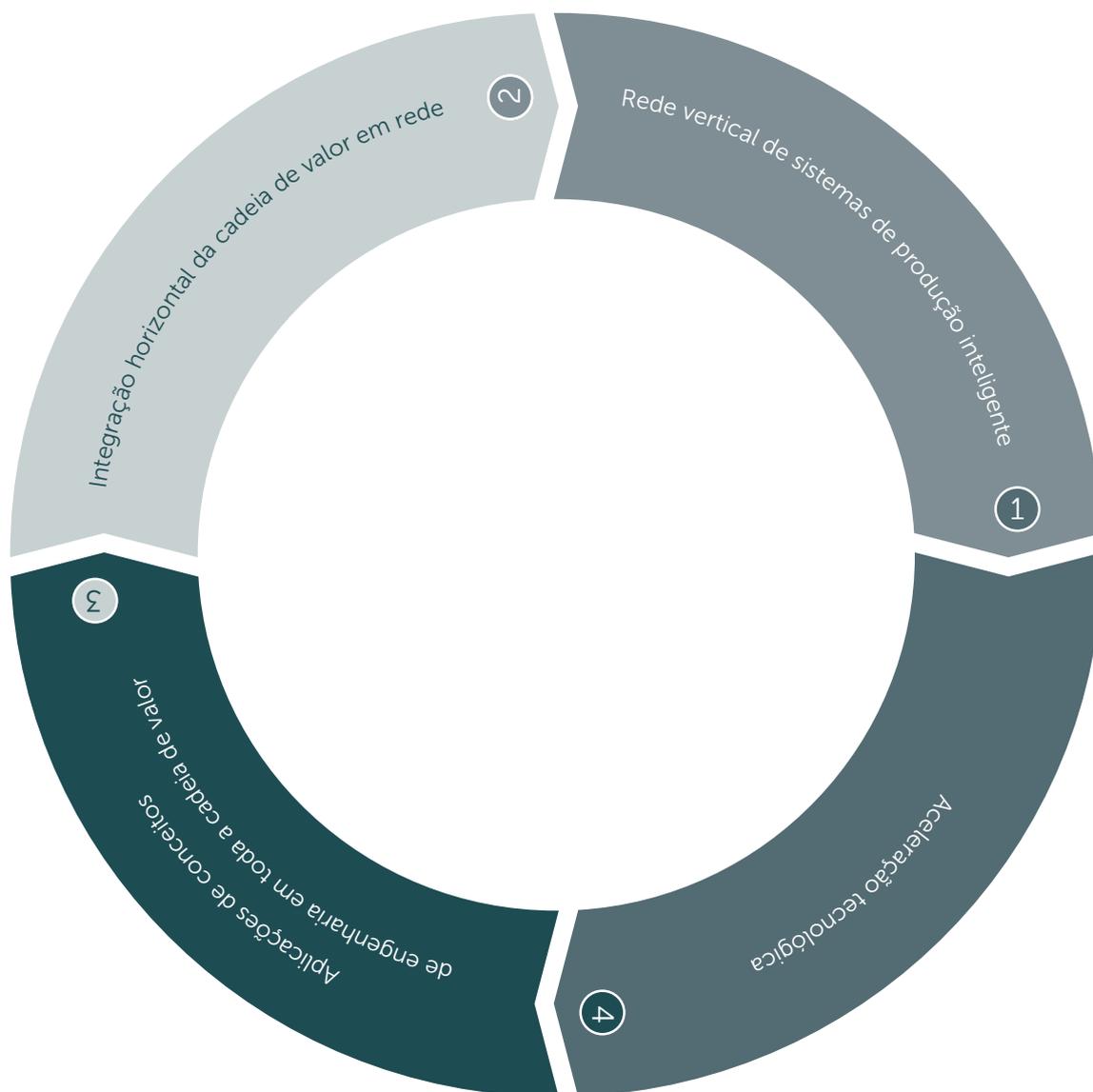


Figura 3 - As quatro fases

I. Rede vertical de sistemas de produção inteligente

Nas fábricas inteligentes, a adaptação rápida da produção diante de demandas, falhas ou níveis baixos de estoques serão possíveis graças à ampla integração dos dados da empresa e do chão de fábrica. Recursos e produtos estão em rede e materiais e peças podem ser localizados em qualquer lugar e a qualquer momento graças aos CPS. Todos os estágios de processamento no processo produtivo serão registrados, com discrepâncias registradas automaticamente.²⁴ Em outras palavras, é o conceito da produção verticalizada aplicado aos sistemas de produção inteligente, em que a empresa passará a ter o controle total da produção através de sistemas inteligentes.

II. Integração horizontal da cadeia de valor em rede

A integração horizontal dos sistemas de produção inteligente em rede através de uma nova cadeia de valor global em tempo real gerará maior transparência integrada e oferecerá alto nível de flexibilidade. Em outras palavras, a história de qualquer peça ou produto passa a ser registrada e pode ser acessada a qualquer momento, garantindo constante rastreabilidade ("memória do produto"), criando transparência e flexibilidade em cadeias de processos inteiros. Dessa forma, a empresa não perderá o controle do produto mesmo quando o processo se torna terceirizado (ex. sistemas integrados de logística). Este tipo de integração horizontal tem potencial de gerar novos modelos de negócio e novos modelos de cooperação.

III. Aplicações de conceitos de engenharia em toda a cadeia de valor

Novas áreas interdisciplinares da engenharia estarão presentes em toda a cadeia de valor. O desenvolvimento e a produção de novos bens manufaturados coordenados com os ciclos de vida, tanto dos produtos como de clientes, gerarão novas sinergias entre o desenvolvimento de projetos e sistemas de produção. Ou seja, as empresas poderão realizar adaptações em seus produtos, utilizando dados coletados em todas as fases de seu ciclo de vida (incluindo dados de uso pelo cliente) em tempo real. Simulações e protótipos auxiliarão esse processo.

IV. Aceleração tecnológica

A maior flexibilidade e efetividade dos processos industriais ocorrerão através de tecnologias exponenciais, que atuarão como aceleradoras ou catalisadoras da Indústria 4.0. Entre estas tecnologias estão a manufatura aditiva, inteligência artificial (AI), robótica avançada, internet das coisas e tecnologia de sensores.

A **manufatura aditiva** ou impressão 3D, por exemplo, já está contribuindo para uma maior flexibilidade da indústria, trazendo novas soluções de produção (produtos mais flexíveis e complexos com baixo custo adicional) ou formando uma nova cadeia de fornecimento, com redução de estoques e prazos de entrega mais rápidos, ou até uma combinação de ambos.

A **inteligência artificial** usada no planejamento de rotas de veículos sem condutores em fábricas e armazéns gera economia de tempo e custos em Supply Chain Management (SCM). Além disso, aplicada ao Big Data reduz o tempo de processamento de tarefas complexas, aumentando a confiabilidade das análises.

²⁴ DELOITTE. *Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. 24 de outubro de 2014. Disponível em: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

Nanomateriais funcionais e nanossensores também podem ser utilizados nas funções de controle de qualidade de produção para uma gestão mais eficiente ou permitir a produção de robôs de última geração que trabalham em conjunto com a segurança de trabalho.

Drones de manutenção em salas de produção ou sua utilização em inventários de níveis de estoques e entregas de peças de reposição, a qualquer momento do dia ou da noite, em qualquer terreno ou condições meteorológicas, são outras aplicações que se tornarão rotinas nas fábricas inteligentes.

O aperfeiçoamento dessas tecnologias melhora o ambiente produtivo e gera insumos para o surgimento de outras novas tecnologias.

EXEMPLO

Voltando ao exemplo anterior...

Na produção do nosso produto final, todas as etapas do processo produtivo são executadas pela mesma empresa, desde a matéria-prima até seu processamento final para o consumidor. Sistemas inteligentes monitoram e controlam cada uma dessas etapas de produção, realizando a integração entre elas. É a **rede vertical de sistemas de produção inteligente**.

Mesmo quando o produto pronto passa a terceiros (no processo logístico, por exemplo), quando a empresa não é a responsável por sua execução, ainda pode ser facilmente monitorado sem haver perda de controle por parte da empresa de origem do produto. Isso porque os sistemas de produção inteligentes integrados permitem o monitoramento, e até mesmo controle, de um processo inteiro.

É a **integração horizontal da cadeia de valor em rede**.

A inteligência artificial usada para analisar todos os dados referentes ao produto final, desde dados do recipiente inteligente, níveis de estoque, distribuição e uso pelo consumidor gera novas informações e melhorias ao produto. Protótipos 3D são impressos e testados em linha de produção e simulações virtuais agilizam o desenvolvimento de novos projetos. São as tecnologias de suporte potencializando as transformações da indústria e agregando valor no processo.

É a indústria do futuro!

4. A INDÚSTRIA 4.0 E O BRASIL

O panorama da Indústria 4.0 e os impactos previstos no cenário industrial chama atenção para desafios do Brasil.

Segundo consenso de especialistas, a indústria nacional ainda se encontra em grande parte na transição do que seria a Indústria 2.0 (caracterizada pela utilização de linhas de montagem e energia elétrica) para a Indústria 3.0 (que aplica automação através da eletrônica, robótica e programação). Atualmente, o SENAI oferece serviços de automação para a indústria através de seu Instituto SENAI de Tecnologia Automação e Simulação. Com serviços de automação de maquinários industriais, é o primeiro passo para criar um meio

²⁵ PORTAL DA INDÚSTRIA. Entrevista: Brasil pode criar a Indústria 4.0 verde e amarela. 04 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/02/1,81595/entrevista-brasil-pode-criar-a-industria-4-0-verde-e-amarela.html>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

propício à implantação da IoT.

Apesar de transversal a todos os setores industriais, de acordo com um dos maiores especialistas em Indústria 4.0 no Brasil, o setor mais adiantado para receber essa nova onda de produção no país é a indústria automotiva. Os profissionais deste setor possuem qualificação em constante atualização para atender às demandas de mercado deste segmento. É um setor que possui um grande número de profissionais, de modo que há a chance dessa mão de obra qualificada ser transferida ou aproveitada para outros setores-chaves do país, como óleo e gás, subsea (plataformas subaquáticas) e aeronáutica. Outros setores também têm potencial para desenvolvimento da Indústria 4.0.

**Pesquisa de Digitalização
Tendências e Soluções para um
Brasil mais Competitivo da Siemens[†]:**

- 85% dos entrevistados concordam que a digitalização vai incentivar o aumento da competitividade do país;
- 52% encaram a falta de condições diferenciadas para investimentos como uma barreira para a implementação de estratégias digitais em suas empresas.

**Foram entrevistados cerca de 250 CEOs, CIOs, engenheiros e especialistas das maiores empresas do país.²⁶*

**Relatório de Competitividade Global
do Fórum Econômico Mundial (WEF
- World Economic Forum)[†]:**

Brasil encontra-se atualmente na 58^a posição no quesito Technological Readiness, à frente de países como México, Rússia e China. Tal pilar está diretamente atrelado à capacidade de um país em absorver novas tecnologias.

**Foram avaliados 144 países.²⁷*

Tais dados e informações reforçam a ideia de que a digitalização aplicada à indústria, energia e infraestrutura é fundamental para aumentar a competitividade global e influenciar o desenvolvimento econômico do país, mostrando uma predisposição do Brasil para a implementação de tecnologias ligadas à Indústria 4.0. Também é possível afirmar que, apesar do cenário econômico-político atual, o Brasil está em um período de transição, capaz de gerar grandes oportunidades para um novo ciclo de desenvolvimento, com base na tecnologia para a indústria.

Com a chegada da Indústria 4.0 e sua implementação em indústrias brasileiras, o grande desafio para o país concentra-se em fatores como: obter políticas estratégicas inteligentes, incentivos e fomentos por parte do governo; reunir empresários e gestores da indústria com visão, arrojo e postura proativa; dispor de desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais altamente qualificados por parte das instituições acadêmicas e de pesquisa, preferencialmente em grande proximidade com a indústria. Superando-se

²⁶ SIEMENS. Fórum de Digitalização Brasil. 2015. Disponível em: <https://www.fdc.org.br/professoresepesquisa/nucleos/Documents/inovacao/pesquisa_fdc_siemens_digitalizacao.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2016.

²⁷ SCHWAB, K. WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014-2015. 2014. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2016.

progressivamente os desafios, será possível absorver e implementar na indústria nacional o conjunto de tecnologias e vantagens que esta quarta revolução industrial é capaz de trazer, firmando a competitividade brasileira perante às grandes potências mundiais e até mesmo pioneiras neste processo de adoção da Indústria 4.0.

5. ATUAÇÃO DO SENAI

O SENAI vem monitorando as tendências tecnológicas portadoras de futuro que impactarão a indústria mundial e, visando construir um ambiente favorável para que essas tecnologias se difundam e sejam incorporadas pela indústria fluminense, vem se preparando para oferecer as bases para essa transformação. Através da metodologia do Mapa de Rotas Tecnológicas, vem construindo um plano de inserção das tecnologias portadoras de futuro em seus negócios. Dessa forma, seus institutos de tecnologia possuem competências nas mais diversas áreas. Dotados de equipamentos de última geração e equipe altamente qualificada, os institutos SENAI estão preparados para as mudanças, que movimentos como a Indústria 4.0 trarão.

Com a utilização das mais modernas tecnologias de realidade virtual, serviços já vêm sendo oferecidos, como a realidade aumentada aplicadas para manutenção, inspeção e operação de equipamentos industriais, simulação virtual para treinamento de funcionários e criação de protótipos virtuais de produtos disruptivos para testes interativos com usuários. A utilização dessas tecnologias permite a redução de custos para a empresa, a diminuição de tempo de aprendizado e riscos de segurança para os funcionários, além da interatividade e aumento do relacionamento com clientes. Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento em sistemas virtuais de produção também vêm sendo realizados.

Além disso, novos negócios seguindo a tendência do movimento maker (*do it yourself*) foram incorporados no SENAI na prestação de serviços de tecnologia e inovação através do Laboratório Aberto e, formação profissional, através do SENAI FabLab.

As oportunidades, porém, não se esgotam aqui. A modelagem de simuladores complexos e automação tem grande potencial a ser explorado na Indústria 4.0. O SENAI vem acompanhando as tendências e se preparando para criar um ambiente mais propício para a transição da indústria fluminense em busca de um novo patamar.

Sistema
FIRJAN



INFORMA, FORMA, TRANSFORMA.

Acompanhe as redes sociais do Sistema FIRJAN:    